

# EXPLOTACIÓN DE DATOS CATASTRALES EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE LA EDIFICACIÓN A LA ESCALA URBANA

**Fernando Martín-Consuegra**, Arquitecto, Instituto Eduardo Torroja de ciencias de la construcción (CSIC)

**Fernando de Frutos**, Arquitecto, Grupo de Sistemas Complejos del la Universidad Politécnica de Madrid

**Carmen Alonso**, Dr. Arquitecto, Instituto Eduardo Torroja de ciencias de la construcción (CSIC)

**Borja Frutos**, Dr. Arquitecto, Instituto Eduardo Torroja de ciencias de la construcción (CSIC)

**Agustín Hernández Aja**, Dr. Arquitecto, Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio (UPM)

**Ignacio Oteiza**, Dr. Arquitecto, Instituto Eduardo Torroja de ciencias de la construcción (CSIC)

**Resumen:** El trabajo que se presenta comprende la elaboración de metodologías para la investigación a escala urbana de diversos aspectos de la edificación a partir de la recopilación y tratamiento masivo de datos catastrales. El proceso es capaz de abarcar grandes áreas utilizando el lenguaje de programación Python y un Sistema de Información Geográfica (SIG) para la geolocalización y el análisis de datos espaciales. Se presentan ejemplos de resultados de estudios aplicados.

**Palabras clave:** Estudios Urbanos, Urban Data Science, Catastro

## INTRODUCCIÓN

A la hora de abordar estudios urbanos de diversa índole, resulta habitual la utilización de modelos “de abajo a arriba” (bottom-up) del parque edificado. Se trata de modelos basados en la caracterización de una serie de muestras que representan casos muy habituales en la tipología edificatoria de los tejidos a analizar. La caracterización detallada de unos pocos estudios de caso se generaliza para elaborar un modelo del parque edificado (Loga et al., 2016; Mata et al., 2014; Santiago, Eduardo de, 2014). Estos métodos aportan información detallada de la edificación existente analizada, pero se quedan cortos a la hora de representar la complejidad de la realidad urbana, ya que no permiten incluir un número suficiente de casos de manera que los estudios puedan ser estadísticamente representativos.

Otros análisis anteriores han podido obtener información relevante acerca de la edificación y los barrios a partir de modelos estadísticos de datos agregados obtenidos del Censo de Población y Viviendas (INE, 2011, 2001), realizados “de arriba abajo” (Top to down) (Martín-Consuegra, F. et al., 2016). Estos trabajos han permitido deducir ciertos datos acerca de la edificación de las áreas urbanas e incorporar aspectos de las circunstancias socioeconómicas de la población que las habita (Hernández Aja, 2011).

La reciente publicación en abierto y de forma transparente de los datos catastrales, abre una nueva vía muy valiosa para la investigación sobre estudios urbanos. El análisis de los datos catastrales, apoyado en la investigación práctica aplicada, permite desarrollar modelos del parque edificado capaces de aportar información para la realización de diagnósticos del estado actual y evaluar el impacto de diferentes medidas de mejora de la edificación que ha quedado obsoleta en zonas degradadas de nuestras ciudades.

La incorporación de nuevas técnicas informáticas para el manejo de datos masivos se impone como necesaria para el procesamiento de grandes cantidades de información que permitan ampliar la escala en los estudios urbanos de la edificación más allá de la unidad edificada, para analizar áreas urbanas completas. Este cambio de escala permite otro acercamiento para aproximar la brecha entre el análisis de la edificación aislada y la comprensión del comportamiento energético de las ciudades como sistema complejo, y no como adición de edificios.

## MODELOS DE ARRIBA ABAJO VS MODELOS DE ABAJO ARRIBA

En el Grupo de Investigación de Sistemas Constructivos y Habitabilidad en la Edificación se han realizado diferentes estudios en los que se combina la información estadística disponible, que permite aproximar modelos de arriba a abajo, con detalles de casos de estudio.

Un ejemplo reciente en el ámbito de la eficiencia energética es el caso del proyecto REFAVIV. En este proyecto se combina la información disponible del Censo de población y viviendas con los datos constructivos tomados in-situ de una muestra de edificios para Madrid y Sevilla (figuras 1 y 2). De esta manera, los datos que se utilizan por defecto

para la caracterización de las fachadas por año de construcción, se ajustan con la información que se recoge en detalle para cada edificio. Esto permite ajustar los modelos de predicción sobre el tipo de envolvente, y supone una importante información para determinar las pérdidas energéticas, y por tanto la demanda energética de la edificación. Adicionalmente, también se utilizaron datos de monitorización para calibrar los modelos energéticos, en particular para caracterizar las características de uso en este tipo de edificios, que difiere del tipo de estándares que se utilizan en estos modelos (Alonso et al., 2017)

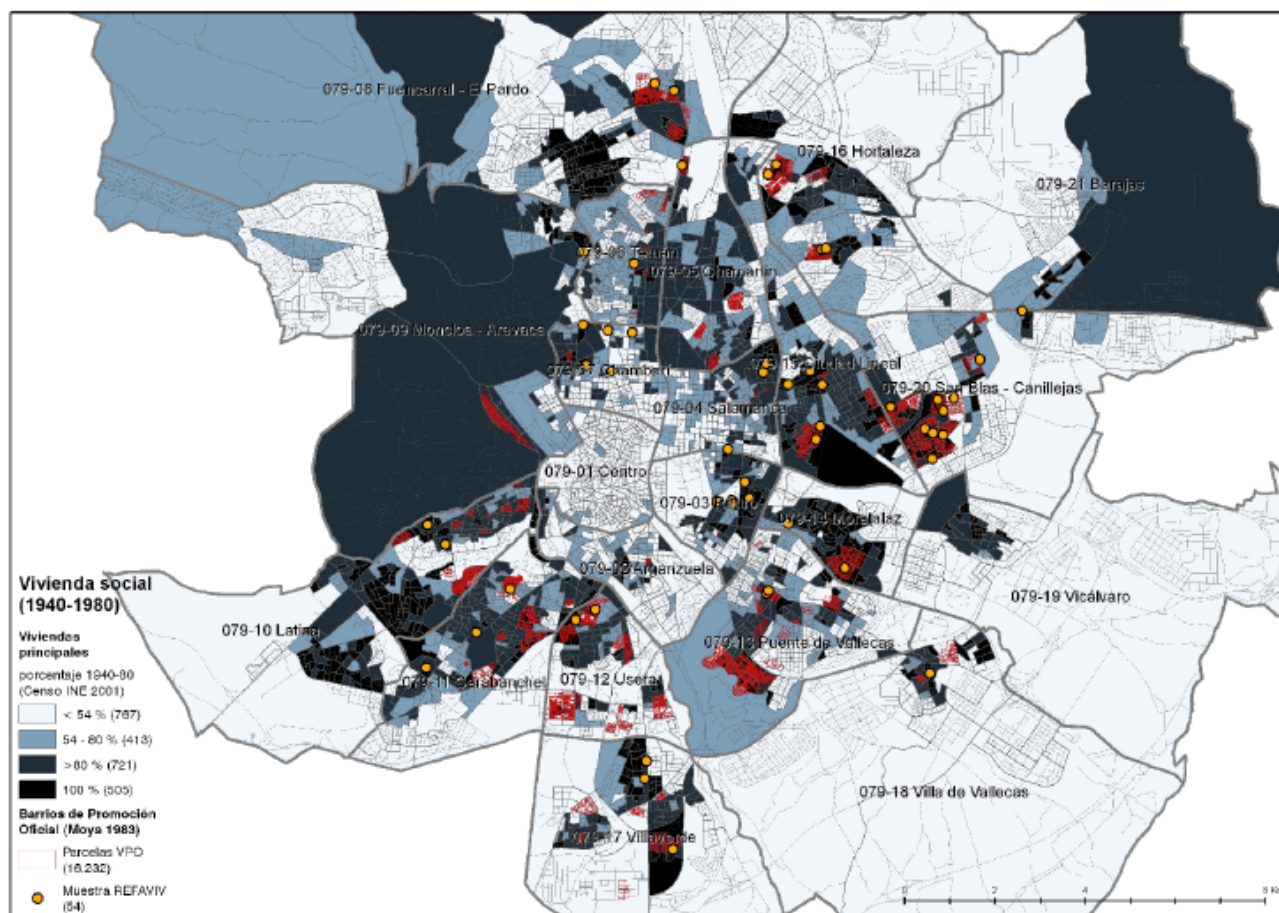


Figura 1: Plano de Madrid con información del periodo de construcción por sección censal, localización de vivienda social y localización de las promociones analizadas. Fuente: (Oteiza et al., 2015)

En este caso se detectó que la información catastral disponible podría facilitar la adquisición de los datos geométricos de la envolvente de la edificación, necesarios para su evaluación energética a gran escala.

## CAPACIDAD DE LOS MODELOS CON DATOS CATASTRALES

El Catastro es un registro administrativo dependiente del Ministerio de Hacienda y Función Pública que contiene la descripción de los bienes inmuebles rústicos, urbanos y de características especiales, cuya inscripción en el mismo es obligatoria y gratuita. La D. G. del Catastro pone a disposición de los ciudadanos dos servicios de consulta masiva de datos catastrales: la descarga de datos alfanuméricos y la cartografía catastral por municipio.

En la Tabla 1 se recogen los servicios utilizados en este documento y se describe la descarga usada, el tipo de datos que se recibe, la fuente y una breve descripción del servicio ofrecido por la Sede Electrónica de Catastro; cada uno de los servicios está documentado en su correspondiente epígrafe del portal web.

Servicios	Tipo dato	Fuente	Descripción
Cartografía vectorial	Alfanumérico Vectorial	Catastro	Servicio de descarga de cartografía vectorial. Esta información por municipio, incluyendo diferentes capas de la cartografía catastral
Servicios web	Alfanumérico	Catastro	Información catastral no protegida. SOAP (Simple Object Access Protocol) o archivo .CAT

Tabla I. Servicios de descarga masiva (Sede Electrónica de Catastro, 2011a).

## Descarga de cartografía vectorial WMS (formato Shapefile)

La Dirección General del Catastro ofrece la cartografía catastral en formato de imagen vectorial. Esta información se proporciona por municipio en archivos Shapefile, incluyendo separadamente las diferentes capas de la cartografía catastral. La descarga de cartografía vectorial WMS (formato Shapefile) con los polígonos de cada volumen edificado georeferenciado y con información de su altura (modelo 3D) está documentada en (Sede Electrónica de Catastro, 2014). Los polígonos van identificados mediante un número interno y se asocian a una referencia catastral de 14 dígitos. Cada edificio se compone de una serie de volúmenes con la misma referencia catastral de 14 dígitos

Las capas/tablas a las que se puede acceder son:

- ALTIPUN. Puntos de altimetría con cota y puntos de las redes geodésicas y topográficas.
- CARVÍA. Descripción de los códigos de vías de comunicación e hidrografía.
- CONSTRU. Subparcelas urbanas que representan los volúmenes edificados dentro de una parcela.
- EJES. Ejes de elementos lineales.
- ELEMLIN. Elementos cartográficos lineales
- ELEMUN. Elementos cartográficos puntuales
- ELEMTEX. Rótulos del mapa
- ERRLIN. Tramos abiertos en el parcelario que se detectan en el momento de la carga. Son errores y no deberían existir.
- HOJAS. Hojas de división de la cartografía urbana.
- LIMITES. Límites administrativos.
- MAPA. Identificación de cada una de las zonas con cartografía diferente.
- MASA. Agrupaciones de parcelas (manzanas de urbana y polígonos de rústica)
- PARCELA. Parcelas catastrales.
- SUBPARCE. Subparcelas de cultivo.

El parcelario catastral se define mediante las capas/tablas: MASA, PARCELA, SUBPARCE y CONSTRU. El resto de tablas/capas son auxiliares o contienen otros elementos cartográficos, como mobiliario urbano, límites administrativos, etc. La capa/tabla CONSTRU incluye las subparcelas urbanas que representan los volúmenes edificados dentro de una parcela; La estructura de campos, más relevante en esta metodología, se definen en la tabla 2.

NOMBRE CAMPO	TIPO DATO	LONGITUD	DESCRIPCIÓN
REFCAT	VARCHAR2	14	Referencia catastral de parcela
CONSTRU	VARCHAR2	16	Alturas construidas
NUMSYMBOL	NUMBER	2	Subparcelas con edificación se identifican con número 11
AREA	NUMBER	10	Superficie del elemento en metros cuadrados

Tabla II. Selección de atributos de la capa CONSTRU (Sede Electrónica de Catastro, 2011b)

REFCAT14 – REFCAT20 son los identificadores de parcela e inmueble definidos por Catastro.

- REFCAT14 / REFCAT. Referencia catastral de parcela tiene 14 caracteres únicos para cada parcela catastral. Dentro de una misma parcela catastral pueden existir diferentes inmuebles.
- REFCAT20. Referencia catastral de un inmueble tiene 20 caracteres. De estos 20 caracteres, los 14 primeros identifican la parcela cartográfica en la que se ubica y los otros 6 identifican el inmueble dentro de la parcela.

## Información alfanumérica

El servicio web da acceso a la consulta de datos catastrales no protegidos de un inmueble identificado por su referencia catastral. Los datos no protegidos de los inmuebles (todos los que contiene la base de datos excepto los referentes a titularidad y valor) son:

- PARCELA CATASTRAL. Localización, superficie gráfica y participación del inmueble.
- DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE. Referencia catastral, localización, clase (rural/urbano), uso principal, superficie construida (m2) y año de construcción.
- CONSTRUCCION. Uso principal, escalera, planta, puerta y superficie (m2)

En concreto, el acceso de datos se se obtiene mediante descarga masiva de información alfanumérica para cada recinto, vivienda o local contenido en cada edificación registrada en Catastro, identificada por una referencia de 14 dígitos. En esta base cada edificio se compone de una serie de inmuebles identificados mediante una referencia catastral de 20 dígitos. Los siguientes datos se pueden incorporar a la cartografía:

cn	código categoría (urbano, rústico)
cp	código provincia
cm	código municipio
cmc	código municipio dgc
np	nombre provincia
nm	nombre municipio
bq	bloque
es	escalera
pt	planta
pu	puerta
ldt	dirección completa
luso	uso global
sfc	superficie de inmueble
cpt	coeficiente de participación
ant	año de construcción
cn	código categoría (urbano, rústico)

Tabla III: salida de Información alfanumérica disponible (REFCAT 20)

## Descarga y procesamiento de datos

Informática e información se integran para la descarga, procesamiento y exploración de datos espaciales. La Figura 2 define el diagrama de flujos del programa informático a partir del cual se obtienen los datos de longitud de fachada por planta de la edificación y los datos por inmueble descritos en el apartado anterior. Se ha usado Python como lenguaje de programación:

- Módulo Pandas. (<http://pandas.pydata.org>) Pandas es un módulo de Python destinado al análisis de datos.
- Módulo GeoPandas. (<http://geopandas.org/>) GeoPandas facilita el trabajo con datos geoespaciales. GeoPandas extiende los tipos de datos utilizados por Pandas para permitir operaciones espaciales en tipos geométricos.

El campo CONSTRU descrito en el apartado de Cartografía Vectorial de la capa/tabla CONSTU.SHP recoge los códigos de altura de las subparcelas. Esto permite conformar la matriz de adyacencia de alturas con las que mediante análisis espacial se obtienen los datos de longitud de fachadas y orientación de cada registro edificado. El campo REFCAT descrito en el apartado de cartografía vectorial de la capa/tabla CONSTU.SHP recoge las referencias catastrales por parcela. Se consulta por cada una de ellas las referencias catastrales de los inmuebles de las que obtenemos los datos por inmueble descritos en el apartado Servicio Web (SW).

## CASOS DE APLICACIÓN DE DATOS CATASTRALES

El GI SCHE, con la ayuda de sus colaboradores, ha podido incorporar por el momento estos procedimientos de análisis a dos de sus líneas de investigación.



Figura 2: Coeficiente global de transmisión térmica (KG) para los edificios del barrio de Canillas (Madrid)

En el caso de la evaluación energética, la incorporación de la información catastral a los estudios realizados sobre el desempeño térmico de la edificación obsoleta a través de Modelos de Análisis de Datos Espaciales, ha permitido evaluar la la envolvente térmica de todos los edificios de un barrio con una precisión muy elevada (fig. 2). Se ha caracterizado la calidad de la envolvente y ha sido posible realizar una estimación de las pérdidas energéticas que se producen a través de la misma, a la escala del barrio.

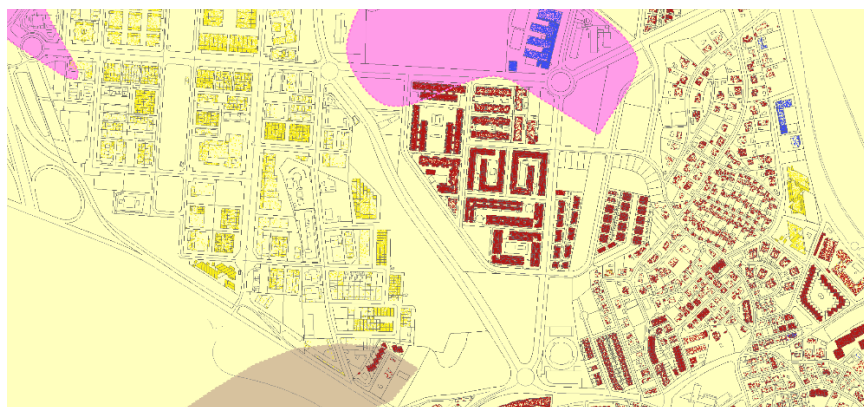


Fig 3. : Evaluación de riesgo de inmisión de gas Radon en edificios de Las Rozas (Madrid)

En el caso de la evaluación del riesgo de inmisión de gas radón en la edificación, también se han podido cruzar los datos catastrales de la edificación con los mapas de riesgo del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN 2017). Gracias a esta operación se ha podido concretar los espacios de la edificación que se encuentran en una mayor situación de riesgo teniendo en cuenta su uso y su ubicación en plantas bajo rasante, bajas y primeras, que son las que presentan un mayor riesgo ante la entrada del gas nocivo (fig. 3).

## CONCLUSIONES

La información contenida en los datos catastrales puede ser de gran utilidad para la realización de estudios urbanos, complementando los modelos generados con un enfoque de arriba a abajo y los datos obtenidos mediante inspección in-situ. Es necesario sin embargo un conocimiento preciso de la configuración de los datos y su proceso de adquisición, ya que en algunos casos se han encontrado diferencias con la edificación real.

La aplicación de las técnicas de programación para el análisis de Sistemas Complejos (Big Data) aplicado al Urban Data Science abre la vía para la automatización en el proceso de datos y realizar estudios que incluyan áreas amplias de análisis. Esto permite recoger información muy exacta de la edificación en tejidos urbanos complejos, superando las simplificaciones de los análisis basados en muestras de edificios representativos. El tratamiento de las bases de datos de información catastral permite nuevos niveles de detalle en los estudios urbanos que eran imposibles hasta el momento de la publicación de estos datos en abierto. En ese sentido se valora muy positivamente el trabajo de la Comisión Permanente del Catastro de la Unión Europea a favor de la transparencia de los datos existentes en los registros públicos.

En el ámbito de la eficiencia energética son especialmente relevantes los datos relativos al uso de la edificación y la geometría. Estos se pueden utilizar para la caracterización de los volúmenes acondicionados, y la configuración de las envolventes, permitiendo por ejemplo cuantificar la incidencia solar atendiendo a las diferentes orientaciones o el factor de forma. Para los estudios urbanos permite abordar las posibilidades de actuación desde una escala de barrio con detalles de la edificación, aportando datos para las herramientas de análisis en la regeneración urbana integrada.

## REFERENCIAS

- Alonso, C., Oteiza, I., Martín-Consuegra, F., Frutos, B., 2017. Methodological proposal for monitoring energy refurbishment. Indoor environmental quality in two case studies of social housing in Madrid, Spain. *Energy Build.* 155, 492–502. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.09.042>
- Hernández Aja, A., 2011. Análisis urbanístico de barrios desfavorecidos: catálogo de áreas vulnerables españolas. *Cuad. Investig. Urbanística* 0.
- INE, 2011. Censo de Población y Viviendas de 2011.
- INE, 2001. Censo de Población y Viviendas de 2001.
- Loga, T., Stein, B., Diefenbach, N., 2016. TABULA building typologies in 20 European countries—Making energy-related features of residential building stocks comparable. *Energy Build.* 132, 4–12. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.06.094>
- Martín-Consuegra, F., Hernández Aja, A., Oteiza, I., Alonso, C., 2016. Energy needs and vulnerability estimation at an urban scale for residential neighbourhoods heating in Madrid (Spain), in: *Proceedings of PLEA 2016 Los Angeles - 32th International Conference on Passive and Low Energy Architecture*. Presented at the PLEA 2016 Los Angeles - 32th International Conference on Passive and Low Energy Architecture. Cities, Buildings, People: Towards Regenerative Environments, Los Angeles, California. EEUU, pp. 1413–1419.
- Mata, é., Sasic Kalagasidis, A., Johnsson, F., 2014. Building-stock aggregation through archetype buildings: France, Germany, Spain and the UK. *Build. Environ.* 81, 270–282. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.06.013>
- Oteiza, I., Alonso, C., Martín-Consuegra, F., González-Moya, M., Monjo, J., 2015. Energy Retrofitting for Social Housing by Improving the Building Envelope: Madrid, 1939-1979.
- Santiago, Eduardo de, 2014. La estrategia para la rehabilitación energética en el sector de la edificación residencial en España: metodología y principales resultados. *Ciudad Territ. Estud. Territ.* 773–788.

Sede Electrónica de Catastro, 2014. Modelo de Datos de Cartografía Vectorial. Formato shapefile 2014 - manual descriptivo.

Sede Electrónica de Catastro, 2011a. Servicios web libres del catastro.

Sede Electrónica de Catastro, 2011b. Descargas de Cartografía en Formato Shapefile. Manual del usuario.